

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10305353 A**

(43) Date of publication of application: **17.11.98**

(51) Int. Cl.

B22D 11/10
B22D 11/10

(21) Application number: **09117981**

(71) Applicant: **NKK CORP**

(22) Date of filing: **08.05.97**

(72) Inventor: **MURAKAMI KATSUHIKO**

(54) **CONTINUOUS MOLDING OF STEEL**

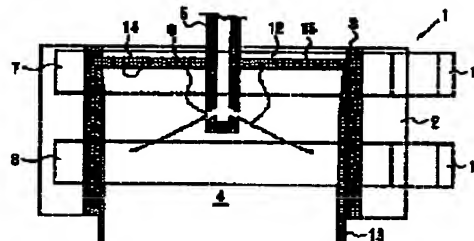
lower magnetic pole 8 is the DC-StMF.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a billet containing a less quantity of a non metallic enclosure in a face layer part and an inside layer part of the billet by controlling a flow of a molten steel in a mold, by utilizing a magnetic field.

SOLUTION: A process for continuous molding of steel comprising arranging magnetic poles 7, 8 standing against as upper and lower two stairs at the back face of a long side 2 of a mold to place the long side 2 of the mold between the upper and lower sides of a discharge hole 6 of a dipping nozzle 5 and controlling a flow of the molten steel 4 in the mold by charging magnetic fields, wherein the magnetic fields charged by the magnetic poles 7 and 8 are made so as to be (1) at least the magnetic field charged by the lower magnetic pole 8 is a magnetic field superimposed by a direct current static magnetic field (DC-StMF) and an alternating current shifting magnetic field (AC-ShMF) or (2) the magnetic fields charged by the upper magnetic pole 7 is a magnetic field superimposed by the DC-StMF and the DC-ShMF and the magnetic field charged by the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-305353

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.⁸

B 2 2 D 11/10

識別記号

3 5 0

F I

B 2 2 D 11/10

L

3 5 0 Z

3 5 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-117981

(22) 出願日

平成9年(1997)5月8日

(71) 出願人

000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者

村上 勝彦

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

日本鋼管株式会社内

(74) 代理人

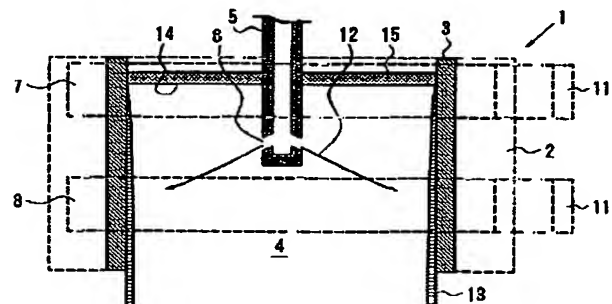
弁理士 高野 茂

(54) 【発明の名称】 鋼の連続鋳造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁界を利用して鋳型内溶鋼の流動を制御し、鋳片の表層部及び内層部共に非金属介在物の少ない鋳片を得る。

【解決手段】 浸漬ノズル5の吐出孔6より上側と下側に鋳型長辺2を挟み対向する上下2段の磁極7、8を鋳型長辺背面に配置し、これら磁極にて磁界を印加して鋳型内溶鋼4の流動を制御する鋼の連続鋳造方法において、(1)少なくとも下側に配置した磁極8にて印加する磁界を直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界とするか、又は、(2)上側に配置した磁極7にて印加する磁界を直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界とし、且つ、下側に配置した磁極にて印加する磁界を直流静磁界とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 浸漬ノズルの吐出孔より上側と下側に鋳型長辺を挟み対向する上下2段の磁極を鋳型長辺背面に配置し、これら磁極にて磁界を印加して鋳型内溶鋼の流動を制御する鋼の連続鑄造方法において、少なくとも下側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界であることを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

【請求項2】 浸漬ノズルの吐出孔より上側と下側に鋳型長辺を挟み対向する上下2段の磁極を鋳型長辺背面に配置し、これら磁極にて磁界を印加して鋳型内溶鋼の流動を制御する鋼の連続鑄造方法において、上側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界であり、且つ、下側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界であることを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

【請求項3】 磁極に直流用コイルと交流用コイルとを独立して配置し、それぞれのコイルに直流電流と交流電流とを独自に印加して、直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を発生させることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の鋼の連続鑄造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、鋳型内溶鋼に磁界を印加して磁界と溶鋼とによる電磁気力にて鋳型内溶鋼の流動を制御し、鋳片の表層部及び内層部共に非金属介在物の少ない鋳片を得ることができる鋼の連続鑄造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】鋼の連続鑄造においては、タンディッシュから浸漬ノズルを介し、鋳型短辺に向けて鋳型内に注入された溶鋼の吐出流は、鋳型短辺側の凝固シェルに衝突して下降流と上昇流とに分岐し、そして、下降流は鋳片の未凝固層深部に侵入し、又、上昇流は鋳型内溶鋼表面（以下、「メニスカス」と記す）で鋳型短辺から浸漬ノズルに向かう流れとなり、メニスカスに渦や盛り上がり等の流れの乱れを生成する。脱酸生成物であるアルミナを主体とする酸化物は、前記下降流により鋳片の未凝固層深くまで侵入して鋳片の内層部に捕捉され、又、メニスカス上に添加されたモールドパウダーは、前記上昇流によるメニスカスの渦や盛り上がりにより溶鋼中に巻き込まれ、鋳片の表層部に捕捉される。そして、これらに起因する非金属介在物が鋳片の品質欠陥の主要原因であり、この現象は鋳片引抜き速度の増速に伴う吐出流速の高速度化に伴い顕著となっている。

【0003】従って、連続鑄造に際しては、鋳片の内層部及び表層部に捕捉される非金属介在物をいかにして同時に低減するかが課題であり、この課題解決策として溶鋼に磁界を印加し、磁界による電磁気力を利用して鋳型内溶鋼の流動を制御しようとする試みが数多く提案され

ている。

【0004】例えば、特開平3-142049号公報には、対向する鋳型長辺各背面の上下に設置した上下各一对の磁極の間で、鋳片の幅全体にわたり直流静磁界を印加する方法が開示されている。同号公報によれば、下部の直流静磁界で前記下降流を減速し、又、上部の直流静磁界で前記上昇流を減速することができるので、脱酸生成物もモールドパウダーも捕捉されない清浄な鋳片を製造できるとしている。しかしこの方法では、下降流及び上昇流が共に減速されるので、鋳型内の溶鋼流動が全体に緩慢となり、鋳片表層部に相当する位置の凝固シェル界面において、溶鋼流動による非金属介在物を洗浄する効果が減少し、鋳片表層部に脱酸生成物やガス気泡が捕捉される。

【0005】特開平1-150450号公報には、メニスカスの下約1.5mから4.0mの範囲に、鋳片を挟んで対向して配置した磁極の間で、直流又は永久磁石による静磁界もしくは低周波交流磁界を印加し、磁界を通過する溶鋼流即ち前記下降流を減速・分散させ、鋳片内層部の非金属介在物を低減する技術が開示されている。しかしこの方法では、磁界設置位置が鋳型下方であるために前記上昇流の制御は不可能で、鋳片表層部のモールドパウダーの巻き込みは防止できない。

【0006】特開昭64-2771号公報には、鋳型長辺背面に低周波交流電源による交流移動磁界発生装置を複数対、鋳型を挟んで対向して配置し、溶鋼を磁界の移動方向に移動させて、吐出流を減速又は加速して鋳型内溶鋼の流動を制御する装置が開示されている。しかしこの装置では、磁界の移動方向にしか制動力が作用しないため、流動制御手段としては不十分である。更に、磁界が強過ぎるときには溶鋼流の回り込みが発生したり、又、移動磁界による溶鋼の付随流れが発生するため、吐出流速と磁界強度とのバランスがくずれた場合には、メニスカスに渦や盛り上がりが発生させて、モールドパウダーの巻き込みを助長することがある。

【0007】又、特開平6-226409号公報には、鋳型長辺背面の浸漬ノズル吐出孔位置より上に交流移動磁界発生装置を配置し、水平方向に回転する磁界を印加してメニスカスの溶鋼を回転攪拌させ、この溶鋼流により、凝固シェル界面の非金属介在物を洗浄する効果を高めることで鋳片表層部の非金属介在物を低減すると共に、鋳型長辺背面の浸漬ノズル吐出孔位置より下に静磁界を印加して、前記下降流を減速して鋳片内層部の非金属介在物を低減する方法が開示されている。しかしこの方法では、メニスカスの溶鋼流速は必ずしも最適には制御されず、逆に、移動磁界による回転流でメニスカスの溶鋼流速が加速され、モールドパウダーの巻き込みを助長することもあり、鋳片品質の安定性に欠ける。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の磁界

を利用した鋳型内溶鋼の流動制御の方法に関して、いずれの方法も、非金属介在物の低減にその効果を十分に発揮しているとはいえず、改善の余地が大きいのが現状である。

【0009】本発明は、上記事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは交流移動磁界と静磁界とを同一磁極から重畳して印加し、鋳型内溶鋼の流動を最適に制御して鋳片の表層部及び内層部共に非金属介在物の少ない鋳片を得ることができる鋼の連続鋳造方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】第1の発明による鋼の連続鋳造方法は、浸漬ノズルの吐出孔より上側と下側に鋳型長辺を挟み対向する上下2段の磁極を鋳型長辺背面に配置し、これら磁極にて磁界を印加して鋳型内溶鋼の流動を制御する鋼の連続鋳造方法において、少なくとも下側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界であることを特徴とするものである。

【0011】直流静磁界中を溶鋼が移動すると溶鋼中に渦電流が発生し、この渦電流と直流静磁界とにより溶鋼の移動方向と逆方向に電磁気力が作用して溶鋼流が減速される。本発明においては浸漬ノズル吐出孔より下側に対向して配置した下部磁極から直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界が溶鋼に印加される。この重畳された磁界のうちの直流静磁界は対向する磁極間、即ち鋳型長辺を貫通して溶鋼に印加されるので、この直流静磁界中を移動する吐出流が制動され減速する。そのため吐出流から分岐する下降流は減速されて鋳片の未凝固層深くまで侵入することがなく、鋳片内層部には脱酸生成物であるアルミナを主体とする酸化物のない清浄な鋳片を得ることができる。又、吐出流から分岐する上昇流も減速されて、メニスカスにおける渦や盛り上がり等の流れの乱れが防止される。

【0012】又、重畳された磁界のうちの交流移動磁界により、鋳型内の溶鋼は強制的に水平方向に回転撹拌される。そのため、鋳片表層部に相当する位置の溶鋼が回転移動し、この溶鋼の移動により凝固シェル界面における非金属介在物の洗浄効果が確保され、鋳片表層部へのアルミナ等脱酸生成物及びガス気泡の捕捉が防止でき、鋳片表層部の清浄性が向上する。

【0013】尚、浸漬ノズル吐出孔より上側に対向して配置した上部磁極から印加する磁界は、直流静磁界、交流移動磁界、又は、直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界の1つを選択すればよい。直流静磁界を用いた場合には、メニスカスにおける溶鋼流を直接減速することができるので、メニスカスでの溶鋼流が安定して渦や盛り上がり等の溶鋼流れの乱れが防止され、モールドパウダーの鋳片への巻き込みが防止される。交流移動磁界を用いた場合には、メニスカスの溶鋼を水平方向に回

転撹拌させ、溶鋼流による凝固シェル界面の非金属介在物の洗浄効果を高めることで鋳片表層部の非金属介在物を低減することができる。その際、下部磁極でも同一方向に回転撹拌させるので、上部磁極の撹拌力を減じることができ、そのため、メニスカスの溶鋼流は過度に増速しないので、モールドパウダーの巻き込みが防止できる。又、直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を用いた場合には、直流静磁界と交流移動磁界の両方の効果が期待できる。

【0014】このように重畳して磁界を印加することで、2種類の異なる効果を発揮する磁界を狭い鋳型内に複数段配置することができる。

【0015】第2の発明による鋼の連続鋳造方法は、浸漬ノズルの吐出孔より上側と下側に鋳型長辺を挟み対向する上下2段の磁極を鋳型長辺背面に配置し、これら磁極にて磁界を印加して鋳型内溶鋼の流動を制御する鋼の連続鋳造方法において、上側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界であり、且つ、下側に配置した磁極にて印加する磁界が直流静磁界であることを特徴とするものである。

【0016】本発明においては浸漬ノズル吐出孔より下側に対向して配置した下部磁極から直流静磁界が印加される。そのため上述したように、下降流は鋳片の未凝固層深くまで侵入することがなく、鋳片内層部は脱酸生成物であるアルミナを主体とする酸化物のない清浄な鋳片を得ることができる。

【0017】又、浸漬ノズル吐出孔より上側に対向して配置した上部磁極から直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を印加する。重畳された磁界のうちの交流移動磁界により鋳型内の溶鋼を強制的に水平方向に回転撹拌させ、又、重畳された磁界のうちの直流静磁界によりメニスカスの溶鋼流を減速する。こうして、上述したように介在物の洗浄効果を確保すると共に、モールドパウダーの巻き込みが防止され、鋳片表層部の清浄性が向上する。

【0018】第3の発明による鋼の連続鋳造方法は、第1の発明又は第2の発明による鋼の連続鋳造方法において、磁極に直流用コイルと交流用コイルとを独立して配置し、それぞれのコイルに直流電流と交流電流とを独自に印加して、直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を発生させることを特徴とするものである。

【0019】直流電流と交流電流とを独自に印加するので、重畳された直流静磁界の磁束密度と交流移動磁界の磁束密度とを自由に決めることができる。そのため鋳型内溶鋼の流動制御が一層容易となり、清浄性の高い鋳片を製造することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明を図面に基づき説明する。図1は、本発明を適用した鋳片断面が矩形型の連続鋳造機鋳型部の正面断面の概要図であり、図2は側面断面の

概要図、図3は図2のX-X面の部分断面の概要図である。

【0021】図において、相対する鋳型長辺2と、鋳型長辺2内に内装された相対する鋳型短辺3とから鋳型1が構成されている。鋳型1の上方に、溶鋼4を収納した図示せぬタンディッシュが配置されており、タンディッシュ内の溶鋼4は、タンディッシュの底部に配置された浸漬ノズル5を介し、浸漬ノズル5の下部に設けられ、且つ鋳型1内の溶鋼4に浸漬した吐出孔6から、吐出流12を鋳型短辺3に向けて鋳型1内に注入される。そして、溶鋼4は鋳型1内で冷却されて凝固シェル13を形成し、鋳型1の下方に連続的に引き抜かれ鋳片となる。鋳型1内のメニスカス14上には、溶鋼4の保温剤及び凝固シェル13と鋳型1との潤滑剤として、モールドパウダー15が添加されている。

【0022】鋳型長辺2の背面上部には、吐出孔6より上側に鋳造方向の中心を位置させて、上部磁極7、7が、鋳型長辺2を挟みメニスカス14を含む位置に、対向して配置されており、上部磁極7、7はリターンヨーク11にて鋳型短辺3の背面で連結されている。又、鋳型長辺2の背面下部には、吐出孔6より下側に鋳造方向の中心を位置させて、下部磁極8、8が、鋳型長辺2を挟んで対向して配置されており、下部磁極8、8は鋳型短辺3の背面でリターンヨーク11にて連結されている。これら上部磁極7及び下部磁極8の鋳型長辺2側には、鋳型1の幅方向で櫛の歯形状に複数の凸部16が設けられており、この凸部16の全てに直流交流兼用コイル9が巻かれている。又、上部磁極7及び下部磁極8の櫛型の基部に相当する位置には直流用コイル10が巻かれている。

【0023】この直流交流兼用コイル9に直流電流と交流電流とを重畳して印加すれば、直流静磁界と交流移動磁界とが重畳した磁界が鋳型1内に発生する。尚、直流交流兼用コイル9と交流電源とは、溶鋼4が水平方向に一方回転するような移動磁界を形成するように結線する。印加する交流電流は、周波数が0.1Hz~100Hzの3相交流、又は位相を90度とした2相交流を用いることが好ましい。周波数が0.1Hz以下では攪拌力が弱く、又、100Hzを超えると銅製の鋳型1での磁束の減衰が大きくなって鋳型1内の磁束密度を確保しにくくなるためであり、又、溶鋼を水平回転攪拌する容易さから、位相を90度とした2相交流が好ましい。

【0024】又、直流交流兼用コイル9には交流電流のみ印加し、直流電流は直流用コイル10に独自に印加すれば、重畳された直流静磁界の磁束密度と交流移動磁界の磁束密度とを自由に決めることができるので好ましい。尚、直流交流兼用コイル9又は直流用コイル10に直流電流のみ印加すれば鋳型1を挟み対向する磁極間で直流静磁界のみが得られ、直流交流兼用コイル9に交流電流のみ印加すれば交流移動磁界のみが得られる。

【0025】本発明では、少なくとも下部磁極8に直流電流と交流電流とを重畳させて印加する場合（ケース1）と、上部磁極7に直流電流と交流電流とを重畳させて印加すると共に、下部磁極8に直流電流のみを印加する場合（ケース2）とがある。ケース1の場合に上部電極7に印加する電流は、直流電流、交流電流、又は、直流電流と交流電流との重畳のうちの1つを適宜選択して印加すればよい。各々の電流により前述した効果が期待できる。

【0026】そして鋳造に当たり、直流静磁界の鋳型1厚みの中心における磁束密度を0.1テスラ以上、交流移動磁界の鋳型1内壁近傍の磁束密度を0.005テスラ~0.2テスラとなるように電流又は電圧を調整する。直流静磁界の磁束密度が0.1テスラ未満、及び交流移動磁界の磁束密度が0.005テスラ未満では、共に溶鋼4に作用する電磁気力が弱く、溶鋼流動の制御が不可能となるためであり、又、交流移動磁界の磁束密度が0.2テスラを超えると、攪拌力が強過ぎてメニスカス14の溶鋼流が速くなり、モールドパウダー15の巻き込みの虞があるためである。尚、交流移動磁界による溶鋼に作用する電磁気力は周波数と磁束密度の二乗との積に比例する。鋳造に当たり、交流移動磁界に印加する周波数と交流移動磁界の磁束密度の二乗との積が、 $2.5 \times 10^{-3} \sim 1.5 \times 10^{-1} (\text{Hz} \cdot \text{テスラ}^2)$ の範囲を目標とすれば、交流移動磁界により溶鋼は十分に攪拌される。

【0027】又、図4は本発明の別の実施の形態を示した連続鋳造機の側面断面の概要図であり、上部磁極7と下部磁極8とがリターンヨーク11にて鋳型長辺2の背面で連結されている。この場合には上下磁極7、8の片方でのみ直流静磁界を印加することができないが、設備を小型化できるので、設備費用的には有利である。

【0028】

【実施例】

〔実施例1〕図1に示す構成の連続鋳造機を用いた本発明の実施例を以下に説明する。

【0029】鋳片断面寸法が、厚み220mm、幅1200mmであるスラブ連続鋳造機にて、炭素濃度が0.005wt%の極低炭素A1キルド鋼を鋳片引抜き速度2.5m/minで鋳造した。使用した浸漬ノズルは、吐出孔径が85mm、吐出孔角度が下向き25度で、浸漬ノズルの浸漬深さ（メニスカスから吐出孔上端までの距離）は230mmである。又、メニスカス位置は鋳型上端から120mmの位置で、鋳型長さは950mmである。

【0030】上部磁極は、鋳造方向の長さが240mm、鋳型幅方向の長さが1950mmであり、メニスカス位置が上部磁極の鋳造方向の上端から100mmの位置となるように配置した。又、下部磁極は、鋳造方向の長さが240mm、鋳型幅方向の長さが1950mmで

あり、鑄造方向の中心位置を吐出孔下端から250mmの位置として配置した。この位置は吐出流が鑄型短辺側の凝固シェルに衝突する点より鑄造方向の上側である。そして、上部磁極及び下部磁極とも直流交流兼用コイルを巻く凸部の幅を225mmとし、凸部を各磁極に6つずつ配置した。

【0031】交流電流は、周波数が60Hzの3相交流電源を用い、本実施例では直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を形成する方法として、直流交流兼用コイルに直流電流と交流電流とを重畳して印加する方法を用いた。

【0032】直流静磁界の磁束密度の目標を鑄型厚み中心で0.25テスラとしたが、直流電流と交流電流とを重畳して印加した場合には、直流静磁界は交流移動磁界の影響を受け、0.20テスラ程度まで低下することがあった。又、交流移動磁界の磁束密度を鑄型内壁で0.12テスラ～0.45テスラの範囲で変化させ、直流静磁界との整合がとれる条件下でメニスカスの溶鋼流が乱れない範囲で最大値となるように調整した。そして上部磁極と下部磁極の磁界を表1に示す組合せで印加した。

【0033】

【表1】

磁界印加条件と鑄片清浄性（同一コイルに重畳して印加）

	磁界印加条件		鑄片清浄性評価
	上部磁極	下部磁極	
本発明の実施例	直流	直流+交流	++
	交流	直流+交流	++
	直流+交流	直流+交流	+++
	直流+交流	直流	++
比較例	直流	直流	+
	交流	直流	+
	直流	交流	+
	交流	交流	+
	直流+交流	交流	+

+++：効果あり
++：比較的效果あり
+：あまり効果が認められない

【0034】又、比較のために、上部磁極及び下部磁極に直流電流又は交流電流のみ印加した場合や、上部磁極に直流電流と交流電流とを重畳して印加し、且つ下部磁極に交流電流のみ印加した場合も実施した。比較例の磁界印加条件も表1に合わせて示す。

【0035】そして、得られた鑄片を薄鋼板に圧延して、薄鋼板を超音波探傷試験して非金属介在物による欠陥発生率を調査し、欠陥発生率が低いものは清浄性が高いとして評価した。調査結果を表1に示す。表1に示すように、本発明の実施例では、鑄片の清浄性が向上した。

【0036】〔実施例2〕本実施例では直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を形成する方法として、

交流電流を直流交流兼用コイルに印加し、直流電流を直流用コイルに印加する方法を用いた。その他の条件は実施例1と全く同じ条件である。

【0037】直流静磁界と交流移動磁界とが重畳された磁界を形成する場合でも、交流電流と直流電流とを独自に印加した本実施例では、直流静磁界と交流移動磁界との整合性の問題は緩和され、比較的自由に磁束密度を決定することができ、直流静磁界の鑄型厚み中心での磁束密度を常に0.25テスラ以上確保することができた。そして上部磁極と下部磁極の磁界を表2に示す組合せで印加した。

【0038】

【表2】

磁界印加条件と鑄片清浄性(別々のコイルに印加)

	磁界印加条件		鑄片清浄性評価
	上部磁極	下部磁極	
本発明の実施例	直流	直流+交流	+++
	交流	直流+交流	+++
	直流+交流	直流+交流	++++
	直流+交流	直流	+++
比較例	直流+交流	交流	+

++++ : 顕著な効果あり
 +++ : 効果あり
 ++ : 比較的效果あり
 + : あまり効果が認められない

【0039】又、比較例として上部磁極に直流電流と交流電流とを重畳して印加し、且つ下部磁極に交流電流のみ印加した場合も実施した。

【0040】そして、得られた鑄片を薄鋼板に圧延して、薄鋼板を超音波探傷試験して非金属介在物による欠陥発生率を調査し、欠陥発生率が低いものは清浄性が高いとして評価した。調査結果を表2に示す。表2に示すように、直流電流と交流電流とを独自に印加した本実施例では、より一層鑄片の清浄性が向上した。そして特に、上部磁極及び下部磁極とも直流電流と交流電流とを印加した条件で最高の清浄性が確保できた。

【0041】

【発明の効果】本発明では、吐出孔より下方に設けた直流静磁界により下降流の鑄片未凝固層への侵入が防止されて鑄片内層部の清浄性が向上すると共に、上昇流によるメニスカス近傍における流動が抑制されてモールドパウダーの巻き込みが大幅に低減し、更に、交流移動磁界にて溶鋼を水平方向に回転攪拌するため、凝固シェル界面における非金属介在物の洗浄効果が確保され、鑄片表層部の清浄性が向上する。その結果、内層部及び表層部が共に清浄な鑄片を安定して製造することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した鑄片断面が矩形型の連続鑄造機の鑄型部の正面断面の概要図である。

【図2】本発明を適用した鑄片断面が矩形型の連続鑄造機の鑄型部の側面断面の概要図である。

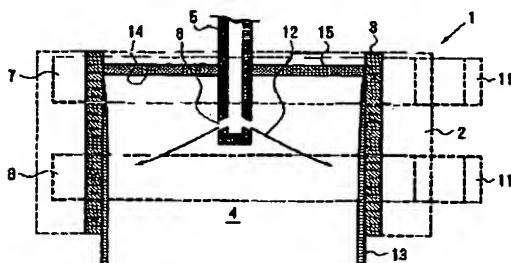
【図3】図2のX-X断面の概要図である。

【図4】本発明の別の実施の形態を示した連続鑄造機の側面断面の概要図である。

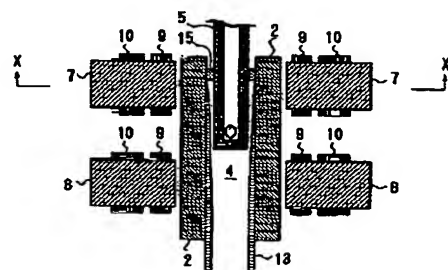
【符号の説明】

- 1 鑄型
- 2 鑄型長辺
- 3 鑄型短辺
- 4 溶鋼
- 5 浸漬ノズル
- 6 吐出孔
- 7 上部磁極
- 8 下部磁極
- 9 直流交流兼用コイル
- 10 直流用コイル
- 11 リターンヨーク
- 12 吐出流
- 13 凝固シェル
- 14 メニスカス
- 15 モールドパウダー

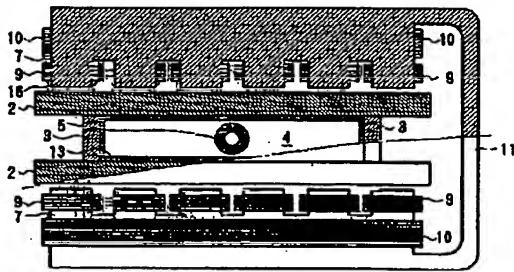
【図1】



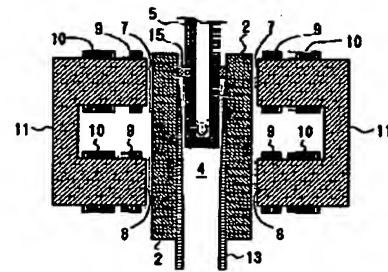
【図2】



【図3】



【図4】



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.